

## 明 細 書

### 画像処理装置、画像処理方法及びプログラム及び記録媒体

#### 技術分野

- 5      本発明は、画像処理装置、画像処理方法及びプログラム及び記録媒体に係り、特に、画像中の雑音を除去しながら輪郭部の輝度コントラストを強調する画像処理装置、画像処理方法及びプログラム及び記録媒体に関する。

#### 背景技術

- 10      従来より、画像強調の目的で広範囲に利用されている方法として、一般に、アンシャープマスキングがある。これは入力画像データに対して、フィルタを用いて高周波成分を求め、強調制御量を決める任意の定数を乗じて入力画像データに加算し、強調画像を出力する方法である。しかし、アンシャープマスキング法は、入力画像データに雑音为重畳している場合、雑音成分の増幅を避けることができない。
- 15      また、雑音重畳画像の強調においては、原画像の雑音成分が増幅され強調結果に現われることになる。

- この点を解決するため、高周波成分に対して強調制御量を局所的に制御する方法が提案されている。非特許文献1では、入力画像データの画素毎に、輝度値の
- 20      水平方向の中央差分と、垂直方向の中央差分の2乗和から導出される輝度勾配を高周波成分に乗じることで、強調制御量制御を行う方法が提案されている。非特許文献2は、非特許文献1の方法を改良し、ファジールールによる制御を導入している。また、特許文献1では、雑音除去を実現するために、小振幅の高周波成分に対しては符号を反転させて入力画像データに加算する雑音除去装置が提案
- 25      されている。

## 非特許文献1

G. Ramponi, "A cubic unsharp masking technique for contrast enhancement,"  
Signal Processing, vol. 67, pp. 211-222, June 1998.

## 5 非特許文献2

木村誠聡、田口亮、村田裕、“ファジー推論を用いた雑音が重畳された画像の  
強調に関する一手法、”信学論A、vol. J81-A、no. 9、pp. 1247-1256、  
1998年9月

## 特許文献1

## 10 特開2001-274995号公報

## 発明の開示

しかしながら、非特許文献1の方法は、画像の輪郭部では輝度変化が大きいこ  
とを利用し、輪郭部でのみ高周波成分の振幅を増大させる方法であるが、輪郭部  
15 の輝度変化が小さい場合、および雑音振幅が大きい場合には効果が低い。また、  
入力画像データに重畳された雑音を除去することは不可能である。また、非特許  
文献2は、非特許文献1と同じく輝度勾配に基づく方法であるために、非特許文献  
1と同様の課題を有する。さらに、特許文献1は、輝度変化の小さい輪郭は、雑音  
と判断され平滑化されるという課題がある。

20 本発明では、以上の点に鑑み、雑音除去と輪郭強調を同時に実現することがで  
きる画像処理装置、画像処理方法及びプログラム及び記録媒体を提供することを  
目的とする。

本発明の第1の解決手段によると、

25 入力画像データの高周波成分を通過させるフィルタと、  
入力画像データを離散ウェーブレット変換することにより画像輪郭部と雑音で異

なる大小関係となる第1及び第2の変換係数を求め、第1の変換係数の2乗の値と、第1及び第2の変換係数の積の値と、予め定められた設定値に基づき強調制御量を求める導出部と、

前記導出部からの強調制御量と前記フィルタからの出力との乗算値を出力する

5 乗算部と、

前記乗算部からの乗算値と入力画像データとを加算して出力画像データを得る加算部と

を備え、入力画像の雑音を除去し且つ輪郭部のコントラストを強調する画像処理装置が提供される。

10 また、前記導出部は、

入力画像データを離散ウェーブレット変換して第1及び第2の変換係数を求める離散ウェーブレット変換部と、

第1の変換係数を2乗する2乗回路を有する第1の回路と、

第1及び第2の変換係数を乗算する乗算器を有する第2の回路と、

15 前記第1の回路の出力を予め定められた $\alpha$ 倍した値、前記第2の回路の出力を予め定められた $\beta$ 倍した値、予め定められた $\gamma$ の値との線形和を計算して出力する設定部と

を備えることができる。

20 本発明の第2の解決手段によると、

入力画像データを離散ウェーブレット変換することにより画像輪郭部と雑音で異なる大小関係となる第1及び第2の変換係数を求め、第1の変換係数の2乗の値と、第1及び第2の変換係数の積の値と、予め定められた設定値に基づき強調制御量を求めること、

25 前記強調制御量と、入力画像データの高周波成分との乗算値を出力すること、

前記乗算値と入力画像データとを加算して出力画像データを得る加算部するこ

と

を含み、入力画像の雑音を除去し且つ輪郭部のコントラストを強調する画像処理方法が提供される。

本発明の第3の解決手段によると、

- 5 処理部は、記憶部又は入力部から入力画像データを読み取るステップと、  
処理部は、入力画像データを離散ウェーブレット変換することにより画像輪郭部と雑音で異なる大小関係となる第1及び第2の変換係数を求め、第1の変換係数の2乗の値と、第1及び第2の変換係数の積の値と、予め定められた設定値に基づき強調制御量を求めるステップと、

- 10 処理部は、前記強調制御量と、入力画像データの高周波成分との乗算値を出力するステップと、

処理部は、前記乗算値と入力画像データとを加算して出力画像データを得る加算部するステップと、

- 15 処理部は、得られた出力画像データを記憶部に記憶及び／又は出力部若しくは表示部に出力するステップと、

をコンピュータに実行させるための、入力画像の雑音を除去し且つ輪郭部のコントラストを強調する画像処理プログラム、及び、該プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体が提供される。

## 20 図面の簡単な説明

図1は、画像処理装置の構成図である。

図2は、高域通過フィルタのフィルタ係数の説明図である。

図3は、強調制御量導出部2の構成図である。

図4は、最大スケールを2とした場合のウェーブレット変換の説明図である。

- 25 図5は、1次元信号に対するウェーブレット変換の3つのフィルタのための係数の

例を示す説明図である。

図6は、2次元ウェーブレット変換の実現のためのフィルタバンクの構成図である。

図7は、離散2進ウェーブレット変換の高域通過フィルタ、低域通過フィルタの構成を示す図である。

図8は、1次元信号のウェーブレット変換とウェーブレット変換のスケール間の積の説明図である。

図9は、入力画像データ例を示す図である。

図10は、従来法であるアンシャープマスキング法による処理結果を示す図である。

図11は、非特許文献1に示した方法による強調画像の処理結果を示す図である。

図12は、本発明を用いて輪郭部の強調と雑音除去を同時に行った処理結果を示す図である。

図13は、本実施の形態に関するハードウェアの構成図である。

図14は、画像処理のフローチャートである。

## 発明を実施するための最良の形態

### 1. 画像処理装置

図1に、画像処理装置の構成図を示す。

本実施の形態の画像処理装置は、高域通過フィルタ1、強調制御量導出部2、乗算部3、加算部4、増幅部5を備え、入力画像の雑音を除去し且つ輪郭部のコントラストを強調する。

高域通過フィルタ1は、入力画像データ $f(m, n)$ の高周波成分を通過させ、高域通過成分 $h(m, n)$ を出力する。なお、入力画像データ $f(m, n)$ としては、高域通過フィルタ1及び強調制御量導出部2等の処理で必要とされる、座標 $(m, n)$ の対

象画素の周囲の画素も入力画像データとして適宜入力される。強調制御量導出部2は、入力画像データより画素毎に強調制御量 $e(m, n)$ を出力する。強調制御量導出部2は、入力画像データを離散ウェーブレット変換することにより画像輪郭部と雑音で異なる大小関係となる第1及び第2の変換係数を求め、第1の変換係数の2乗の値と、第1及び第2の変換係数の積の値と、予め定められた設定値に基づき強調制御量 $e(m, n)$ を求める。乗算部3は、画素毎に強調制御量導出部2からの強調制御量 $e(m, n)$ と高域通過フィルタ1からの出力である高域通過成分 $h(m, n)$ との乗算値を求めて出力する。また、増幅部5を必要に応じて設けることにより、乗算部3の出力を定数倍( $\lambda$ 倍)して加算部4に $\lambda e(m, n)h(m, n)$ を出力することができる。この定数 $\lambda$ は、強調の程度を決める正の定数であり、処理に前もって決定することができる。加算部4は、乗算部3からの乗算値と入力画像データとを加算して出力画像データ  $f(m, n) + \lambda e(m, n)h(m, n)$  を得て、その結果を出力する。

#### 15 (高域通過フィルタ1)

図2は、高域通過フィルタ1のフィルタ係数の説明図である。高域通過フィルタ1の例としては、図に示すようなフィルタ係数を持つラプラシアンフィルタがある。

#### (強調制御量導出部2)

20 図3は、強調制御量導出部2の構成図である。この強調制御量導出部2の例では、2つのスケールを持つ離散2進ウェーブレット変換から強調制御量 $e(m, n)$ を導出する。

強調制御量導出部2は、離散ウェーブレット変換部21、第1及び第2の2乗回路22及び23、第1の加算器24、第1及び第2の乗算器25及び26、第2の加算器27、設定部28、リミッタ29を備える。

離散ウェーブレット変換部21は、入力画像データを離散ウェーブレット変換して

第1及び第2スケールの各々の水平及び垂直方向変換係数を求める。第1の2乗回路22は、第1スケールの水平方向の変換係数を2乗し、第2の2乗回路23は、第1スケールの垂直方向の変換係数を2乗する。第1の加算器24は、第1及び第2の2乗回路22及び23の出力を加算する。また、第1の乗算器25は、第1及び第2スケールの水平方向の変換係数を乗算し、第2の乗算器26は、第1及び第2スケールの垂直方向の変換係数を乗算する。第2の加算器27は、第1及び第2の乗算器25及び26の出力を加算する。設定部28は、第1の加算器24の出力を予め定められた $\alpha$ 倍した値、第2の加算器27の出力を予め定められた $\beta$ 倍した値、予め定められた $\gamma$ の値との線形和を計算して出力する。リミッタ29は、計算された線形和の数値範囲を制限する。

本実施の形態では、このように、強調制御量 $e(m, n)$ の導出のために、入力画像データの離散2進ウェーブレット変換から得られる変換係数の2乗と異なるスケール間で得られた変換係数の積と定数の線形和を求める。設定部28では、線形和の重みを選択することで、画像輪郭部で強調制御量は正值、画像平坦部では負値となる。これを強調制御量の下限と上限を決めるリミッタ29に入力し、リミッタ29の出力を定数倍した後、乗算部3により、入力画像データのフィルタ出力から得られた高周波成分と乗じる。リミッタ29出力が負値の場合、すなわち画像平坦部では、高周波成分を入力画像データから減算することになり、装置は平滑化フィルタとして働き、リミッタ29出力が正值の場合、すなわち画像輪郭部では、高周波成分を入力画像データに加算することから、画像強調フィルタとして動作する。

#### (離散ウェーブレット変換部21)

ここで、離散ウェーブレット変換部21について説明する。

一般に、離散2進ウェーブレット変換は、複数のウェーブレット関数と画像の畳み込み演算で定義される。また、ウェーブレット変換は、ウェーブレット関数をフィルタ

係数として持つデジタルフィルタで実現される。

ウェーブレット関数は、基本ウェーブレット関数を時間軸方向へ $2^j$ 倍に伸ばすことで、定義される。ここで、 $j$ は1以上の整数であり、スケールと呼ばれる。スケール $j$ の最大値を $J$ とした場合、ウェーブレット変換はスケール1からスケール $J$ までの $J$ 個のスケールと、それに対応する変換係数を出力する。

図4に、最大スケールを2とした場合の1次元ウェーブレット変換の説明図を示す。

離散2進ウェーブレット変換は、一例として、図に示す高域通過フィルタと低域通過フィルタからなるフィルタバンク構成で実現できる。すなわち、1次元信号に対するウェーブレット変換は、 $J=2$ と設定した場合、この図に示したフィルタの縦続接続で実現される。高域通過フィルタ1には基本ウェーブレット関数から決まるフィルタ係数を用いる。高域通過フィルタ2には、高域通過フィルタのフィルタ係数のサンプル間に零を挿入したフィルタ係数を用い、これを低域通過フィルタで補間することによって、2倍のスケールのウェーブレット係数を導出する。

図5は、これら1次元信号に対するウェーブレット変換の3つのフィルタのための係数の例を示す説明図である。図5(a)は高域通過フィルタ1、図5(b)は高域通過フィルタ2、図5(c)は低域通過フィルタのフィルタ係数例をそれぞれ示す。

これらの図では、各図の中心を出力の中心として、周囲の画素に乗じる係数を示している。また、この例では、対象画素 $f(n)$ に対して、 $f(N)$  ( $N=n-2, n-1, n, n+1, n+2$ )が入力画素データとして入力され、用いられる。

上図(a)、(b)、(c)に示したフィルタ係数により、入力信号 $x(n)$ に対してスケール1のウェーブレット係数 $Wf_1(n)$ は

$$Wf_1(n) = x(n-1) - x(n+1)$$

と計算され、低域通過フィルタ出力 $Sf_1(n)$ は



$$Sf_1(n) = \frac{1}{4}x(n+1) + \frac{1}{2}x(n) + \frac{1}{4}x(n-1)$$

と計算される。これより、スケール2のウェーブレット係数 $Wf_1(n)$ は $Sf_1(n)$ より

$$Wf_2(n) = Sf_1(n-2) - Sf_1(n+2)$$

と計算される。

5

図6に、2次元ウェーブレット変換の実現のためのフィルタバンクの構成図を示す。

離散ウェーブレット変換部21は、高域通過フィルタ1\_\_61、高域通過フィルタ2\_\_62、高域通過フィルタ3\_\_63、高域通過フィルタ4\_\_64、低域通過フィルタ65を備える。

10

2次元信号である画像データの場合、1次元のフィルタ処理を交互に繰り返すことで実現される。

高域通過フィルタ1\_\_61は図5(a)、高域通過フィルタ4\_\_64は図5(b)のフィルタ係数を持ち、画像の水平方向の1ライン毎に1次元フィルタ処理を行う。高域通過フィルタ2\_\_62は図5(a)、高域通過フィルタ3\_\_63は図5(b)のフィルタ係数を持ち、画像の垂直方向の1ライン毎に1次元フィルタ処理を行う。低域通過フィルタ65は、図2(c)のフィルタ係数によるフィルタ処理を水平方向の1ライン毎に実行した後、垂直方向の1ライン毎に実行することで実現される。

15

高域通過フィルタ1\_\_61は、水平方向の第1の変換係数を出力し、高域通過フィルタ2\_\_62は、垂直方向の第1の変換係数を出力する。高域通過フィルタ3\_\_63は、水平方向の第2の変換係数を出力し、高域通過フィルタ4\_\_64は、垂直方向の第2の変換係数を出力する。

20

図7は、離散2進ウェーブレット変換の高域通過フィルタ、低域通過フィルタの他の構成を示す図である。図(a)は、高域通過フィルタ1\_\_61、図(b)は、高域通過

フィルタ3\_\_63、図(c)は、高域通過フィルタ2\_\_62、図(d)は、高域通過フィルタ4\_\_64、図(e)は、低域通過フィルタ65をそれぞれ示す。高域通過フィルタ1\_\_61と高域通過フィルタ2\_\_62は、輪郭部で変換係数に極大値を発生させるために、例としてこの図に示したフィルタ係数を使用することができる。また、低域通過フィルタ65には、ウェーブレット変換の相似則を満足させるために、例として、この図で示したフィルタ係数を使用することができる。

#### (設定部28)

つぎに、強調制御量導出部2の設定部28について説明する。設定部28では、定数 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ を設定し、スケール1の垂直方向係数の二乗値と水平方向係数の二乗値の和に $\alpha$ 倍した値、スケール1とスケール2の垂直方向係数を乗じた値とスケール1とスケール2の水平方向係数を乗じた値の和に $\beta$ 倍した値と定数 $\gamma$ の総和 $e$ を計算する。

一般に、輪郭部では、スケール1のウェーブレット変換係数が、スケール2のウェーブレット変換係数以下となることが知られている。また、逆にガウス性雑音等の雑音に対しては、スケール2のウェーブレット変換係数よりもスケール1のウェーブレット変換係数が大きくなることが知られている。そこで、例として $\alpha = -1$ 、 $\beta = 1$ 、 $\gamma = 0$ と設定することで、画像輪郭部でのみ強調制御量を正值、平坦部で負値とすることができる。また、すべての画素に対して均一なコントラスト強調を実現するためには、 $\alpha = 0$ 、 $\beta = 0$ 、 $\gamma = 1$ と設定する。逆に、すべての画素に対して均一に平滑化を適用するためには、 $\alpha = 0$ 、 $\beta = 0$ 、 $\gamma = -1$ と設定する。雑音除去をせずに、雑音増幅を抑えた画像強調を実現する場合には、 $\alpha = 0$ 、 $\beta = 1$ 、 $\gamma = 0$ と設定する。強調制御部の3つのパラメータ設定により、雑音除去と強調を同時に、および雑音増幅を抑えた強調等のさまざまな効果を実現することができる。

図8に、1次元信号のウェーブレット変換とウェーブレット変換のスケール間の積

の説明図を示す。

この図は、ウェーブレット変換のスケールと信号の関係について、1次元信号を例に示すものである。

上図では、入力信号として、一例として、15点から45点までが輝度値100、それ以外は0とした波形に、雑音を重畳させた信号を用いている。この入力信号から強調制御量を導出するためのウェーブレット変換スケール1の2乗とウェーブレット変換スケール1とスケール2の積をグラフで示す。

ウェーブレット変換スケール1の2乗値だけでは、雑音と画像輪郭の区別をつけることが困難であるが、2つのスケールの積では、雑音に対してのみウェーブレット変換係数の振幅がスケールの増加に伴って減少する性質から、輪郭部が明確に極大値として示されている。この2つの特徴量に対して係数 $\alpha$ 、 $\beta$ を乗じ、定数 $\gamma$ を加算し、強調制御量を平坦部で負値、画像輪郭部で正値となるように $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ を設定することで、雑音を含む平坦部で高域通過成分を原画像から減じる動作となり、高域通過成分に含まれる雑音成分を入力画像データから除去することができる。例として $(\alpha, \beta, \gamma) = (-1, 1, 0)$ と設定すれば、平坦部で雑音除去効果が生じる。

(リミッタ29)

上記の計算により求めた総和 $e$ が、正値で過度に大きい場合には過強調が、また、負値で過度に小さい場合には雑音発生を起こすために、リミッタ29により数値範囲を制限する。あらかじめ $U$ を正の定数、 $L$ を負の定数として決めておく。リミッタ29入力 $e$ が $U$ を超える場合、リミッタ29は $U$ を出力、 $L$ 未満の場合 $L$ を出力し、それ以外の場合には、入力値 $e$ をそのまま出力する。上図に示したラプラシアンフィルタを用いる場合、 $L$ の値は $-0.2/\lambda$ とすれば、本装置は画像平坦部で平滑化フィルタとして動作することが保証される。

## (入力画素データと強調制御量の導出)

入力画像データの画素と、画素毎の強調制御量の導出に使用される画素について以下に説明する。

- 5 入力画像データの座標(m, n)における輝度値をf(m, n)で表し、座標(m, n)におけるウェーブレット変換結果および強調制御量についても、図中に数列で示したように座標(m, n)毎に決まる。

画像処理に用いられる入力画像データは、対象画素f(m, n)の周囲の画素で、2次元ウェーブレット変換の計算に必要な画素を含む。これら入力画像データは、例えば、予めメモリに記憶され、必要に応じて導出部により読み出され使用される。

- 10 例えば、本実施の形態では、対象画素f(m, n)に対して、高域及び低域通過フィルタでは、図7等では示されるように、フィルタ処理に要する周囲の画素データを用いて離散2進ウェーブレット変換を計算する。また、出力画像データを再帰的に利用することもできる。

- 15 また、強調制御量の導出に使用される画素の関係については、強調制御量を決めるウェーブレット係数の導出を上記のとおりであり、さらに強調制御量e(m, n)については

$$e(m, n) = F \left[ \alpha \left( (W_1^H(m, n))^2 + (W_1^V(m, n))^2 \right) + \beta (W_1^H(m, n)W_2^H(m, n) + W_1^V(m, n)W_2^V(m, n)) + \gamma \right]$$

ここでF[・]はリミッタ29の入出力関係を示す非線形関数と明示的に式で示される。

- 20 本発明では、強調制御量が、離散2進ウェーブレット変換の異なるスケールにおける変換係数の大小関係によって正值および負値となり、正值の場合には強調、負値の場合には雑音除去の効果が現われる。離散2進ウェーブレット変換係数の大小関係は、画像の輝度の振幅およびコントラストに依存せず、画像輪郭と雑音で異なる関係となるために、輪郭部のコントラストの大小、雑音振幅の影響を受け

ずに画像輪郭部だけを強調することが可能となる。

## 2. 画像処理の具体例

5 本実施の形態の雑音除去及び輪郭強調の効果を示すために、図9に示した入力画像データを用いた。図9は、ある画像に対して $3 \times 3$ 画素の平均値フィルタを適用した後、分散50のガウス性雑音を重畳させた画像である。

図10は、従来法であるアンシャープマスキング法による処理結果を示す図、図11は、非特許文献1に示した方法による強調画像の処理結果を示す図である。一方、図12は、本発明を用いて輪郭部の強調と雑音除去を同時に行った処理結果を示す図である。図12の結果を得るために、一例として、定数 $\lambda$ は0.001、 $\alpha = -1$ 、 $\beta = 1$ 、 $\gamma = 0$ 、 $L = -0.2/\lambda$ と設定している。

3つの強調画像を比較すると、画像輪郭部の強調は同程度であるにも係わらず、本発明による強調画像(図12)では、画像背景部の雑音は他の手法と比べて減少しており、本発明の有効性が確認できる。

15

## 3. 画像処理プログラム

本発明の画像処理方法又は画像処理装置・システムは、その各手順をコンピュータに実行させるための画像処理プログラム、画像処理プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体、画像処理プログラムを含みコンピュータの内部メモリにロード可能なプログラム製品、そのプログラムを含むサーバ等のコンピュータ、等により提供されることができる。

図13は、本実施の形態に関するハードウェアの構成図である。

このハードウェアは、中央処理装置(CPU)である処理部101、入力部102、出力部103、表示部104及び記憶部105を有する。また、処理部101、入力部102、出力部103、表示部104及び記憶部105は、スター又はバス等の適宜の接続手段で接続されている。記憶部105は、画像処理される入力画像データ $f(m,$

25

n)が記憶される入力画像ファイル151、計算された強調制御量 $e(m, n)$ が記憶される強調制御量ファイル152、画像処理された出力画像データが記憶される出力画像ファイル153を含む。

- 5 図14に、画像処理のフローチャートを示す。なお、各処理の詳細は、「1. 画像処理装置」で説明したものと同様である。

画像処理プログラムは、以下の処理をコンピュータに実行させることで、入力画像の雑音を除去し且つ輪郭部のコントラストを強調する。まず、処理部101は、記憶部105の入力画像ファイル151又は入力部102から入力画像データを読み取る(ステップS1)。処理部101は、入力画像データを離散ウェーブレット変換することにより画像輪郭部と雑音で異なる大小関係となる第1及び第2の変換係数を求め、第1の変換係数の2乗の値と、第1及び第2の変換係数の積の値と、予め定められた設定値に基づき強調制御量を求める(ステップS2)。処理部101は、必要に応じて、求めた強調制御量を強調制御量ファイル152に記憶する。処理部101は、強調制御量と、入力画像データの高周波成分との乗算値を出力する(ステップS3)。処理部101は、乗算値と入力画像データとを加算して出力画像データを得る加算部とする(ステップS4)。処理部101は、得られた出力画像データを記憶部105の出力画像ファイル153に記憶及び／又は出力部103若しくは表示部104に出力する(ステップS5)。なお、処理部101は、得られた出力画像データに基づき再帰的に以上の画像処理を計算してさらなる出力画像データを求めることもできる。

## 産業上の利用可能性

本発明によると、雑音除去能力を持つにも係わらず、提案法の演算量の増加は、非特許文献1の方法と比較して、スケール2のウェーブレット変換係数を導出するために必要な低域通過フィルタと高域通過フィルタ3、4の計算、および強調制御

量導出のための計算(1画素あたり乗算8回と加算4回、しきい値操作2回)のみである。この演算量の増加と同程度の演算量で、画像輪郭部だけを保存する雑音除去を実現することは、従来困難であることを考えると、本発明により、強調と雑音除去を同時に行うための、演算量の減少が実現できる。

- 5 本発明によると、強調制御量導出部2の定数( $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ )を変更することで、装置全体を変更することなく、強調、雑音除去もしくは2つを同時に実現し、さまざまな強調特性を得ることができる。

- 従来の技術(非特許文献1、2及び特許文献1)が、雑音と画像輪郭の分離を、輝度振幅および差分に依存する方法で行っているため、入力画像データのコントラストが低い場合および雑音振幅が大きい場合には、雑音増幅の抑圧効果が低下するのに対し、本発明によると、離散2進ウェーブレット変換係数のスケール間の大小関係によって雑音と画像輪郭の分離を実現するために、入力画像データのコントラストおよび雑音振幅に依存せず、雑音除去と画像強調を実現することができる。
- 10

15

本発明は、例えば、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラ、画像スキャナにおける入力画像の画像鮮鋭化に特に好適である。

## 請 求 の 範 囲

1. 入力画像データの高周波成分を通過させるフィルタと、

入力画像データを離散ウェーブレット変換することにより画像輪郭部と雑音で異なる大小関係となる第1及び第2の変換係数を求め、第1の変換係数の2乗の値と、第1及び第2の変換係数の積の値と、予め定められた設定値に基づき強調制御量を求める導出部と、

前記導出部からの強調制御量と前記フィルタからの出力との乗算値を出力する乗算部と、

10 前記乗算部からの乗算値と入力画像データとを加算して出力画像データを得る加算部と

を備え、入力画像の雑音を除去し且つ輪郭部のコントラストを強調する画像処理装置。

15 2. 前記導出部は、画像平坦部では負値を出力し、前記加算部により高周波成分を入力画像データから減算するようにし、一方、前記導出部は、画像輪郭部では正値を出力し、前記加算部により高周波成分を入力画像データに加算するようにした請求項1に記載の画像処理装置。

20 3. 前記導出部は、

入力画像データを離散ウェーブレット変換して第1及び第2の変換係数を求める離散ウェーブレット変換部と、

第1の変換係数を2乗する2乗回路を有する第1の回路と、

第1及び第2の変換係数を乗算する乗算器を有する第2の回路と、

25 前記第1の回路の出力を予め定められた $\alpha$ 倍した値、前記第2の回路の出力を予め定められた $\beta$ 倍した値、予め定められた $\gamma$ の値との線形和を計算して出力す



る設定部と

を備えた請求項1に記載の画像処理装置。

4. 前記設定部は、 $\alpha = -1$ 、 $\beta = 1$ 、 $\gamma = 0$ と設定することで、強調制御量を、  
5 画像輪郭部で正值とし、平坦部で負値とする請求項3に記載の画像処理装置。

5. 前記設定部は、 $\alpha = 0$ 、 $\beta = 0$ 、 $\gamma = 1$ と設定することで、すべての画素に対して均一なコントラスト強調を実現する請求項3に記載の画像処理装置。

10 6. 前記設定部は、 $\alpha = 0$ 、 $\beta = 0$ 、 $\gamma = -1$ と設定することで、すべての画素に対して均一に平滑化を適用する請求項3に記載の画像処理装置。

7. 前記設定部は、 $\alpha = 0$ 、 $\beta = 1$ 、 $\gamma = 0$ と設定することで、雑音除去をせずに、雑音増幅を抑えた画像強調を実現する請求項3に記載の画像処理装置。

15

8. 前記導出部は、

入力画像データの水平方向の1ライン毎に1次元フィルタ処理を行い、水平方向の第1の変換係数を出力する第1高域通過フィルタと、

20 入力画像データの垂直方向の1ライン毎に1次元フィルタ処理を行い、垂直方向の第1の変換係数を出力する第2高域通過フィルタと、

入力画像データ水平方向の1ライン毎に実行し且つ垂直方向の1ライン毎に実行する低域通過フィルタと、

前記低域通過フィルタからの出力の水平方向の1ライン毎に1次元フィルタ処理を行い、水平方向の第2の変換係数を出力する第3高域通過フィルタと、

25 前記低域通過フィルタからの出力の垂直方向の1ライン毎に1次元フィルタ処理を行い、垂直方向の第2の変換係数を出力する第4高域通過フィルタと

を有する離散ウェーブレット変換部を備えた請求項1に記載の画像処理装置。

9. 前記導出部は、計算された線形和の数値範囲を制限するためのリミッタをさらに備えた請求項1に記載の画像処置装置。

5

10. 前記乗算部の出力を定数倍して前記加算部に出力することにより強調の程度を定める増幅部をさらに備えた請求項1に記載の画像処置装置。

10 11. 入力画像データを離散ウェーブレット変換することにより画像輪郭部と雑音で異なる大小関係となる第1及び第2の変換係数を求め、第1の変換係数の2乗の値と、第1及び第2の変換係数の積の値と、予め定められた設定値に基づき強調制御量を求めること、

前記強調制御量と、入力画像データの高周波成分との乗算値を出力すること、

前記乗算値と入力画像データとを加算して出力画像データを得る加算部すること

15 と

を含み、入力画像の雑音を除去し且つ輪郭部のコントラストを強調する画像処理方法。

12. 第1の変換係数の2乗の値を予め定められた $\alpha$ 倍した値、第1及び第2の変換係数の積の値を予め定められた $\beta$ 倍した値、及び、予め定められた $\gamma$ の値の線形和を計算して出力することを含む請求項11に記載の画像処置方法。

13. 前記設定値として、 $\alpha = -1$ 、 $\beta = 1$ 、 $\gamma = 0$ と設定することで、強調制御量を、画像輪郭部で正值とし、平坦部で負値とする請求項12に記載の画像処理方法。

25

14. 処理部は、記憶部又は入力部から入力画像データを読み取るステップと、

処理部は、入力画像データを離散ウェーブレット変換することにより画像輪郭部と雑音で異なる大小関係となる第1及び第2の変換係数を求め、第1の変換係数の2乗の値と、第1及び第2の変換係数の積の値と、予め定められた設定値に基づき強調制御量を求めるステップと、

5

処理部は、前記強調制御量と、入力画像データの高周波成分との乗算値を出力するステップと、

処理部は、前記乗算値と入力画像データとを加算して出力画像データを得る加算部するステップと、

10 処理部は、得られた出力画像データを記憶部に記憶及び／又は出力部若しくは表示部に出力するステップと、

をコンピュータに実行させるための、入力画像の雑音を除去し且つ輪郭部のコントラストを強調する画像処理プログラム。

15 15. 処理部は、記憶部又は入力部から入力画像データを読み取るステップと、

処理部は、入力画像データを離散ウェーブレット変換することにより画像輪郭部と雑音で異なる大小関係となる第1及び第2の変換係数を求め、第1の変換係数の2乗の値と、第1及び第2の変換係数の積の値と、予め定められた設定値に基づき強調制御量を求めるステップと、

20 処理部は、前記強調制御量と、入力画像データの高周波成分との乗算値を出力するステップと、

処理部は、前記乗算値と入力画像データとを加算して出力画像データを得る加算部するステップと、

25 処理部は、得られた出力画像データを記憶部に記憶及び／又は出力部若しくは表示部に出力するステップと、

をコンピュータに実行させるための、入力画像の雑音を除去し且つ輪郭部のコントラストを強調する画像処理プログラム。

ラストを強調する画像処理プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

1/14

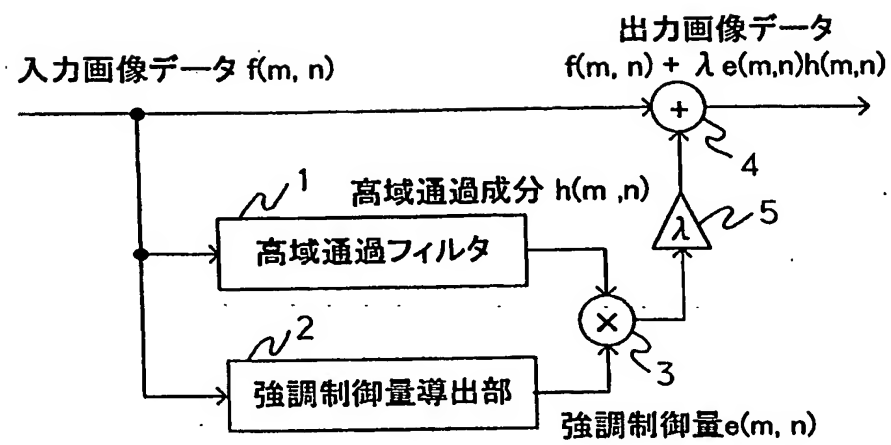


図1

2/14

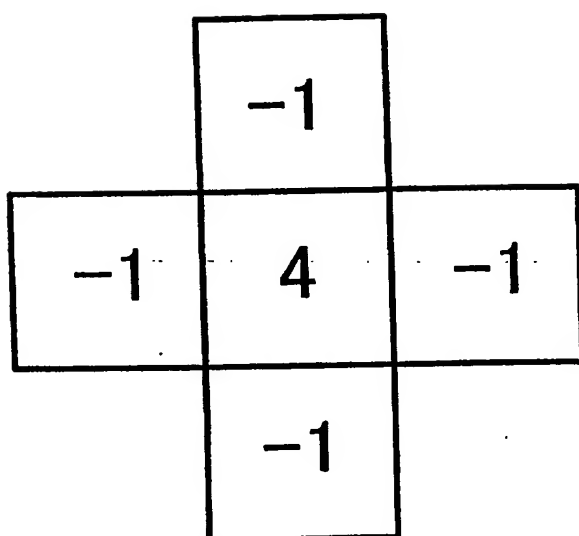


图2

3/14

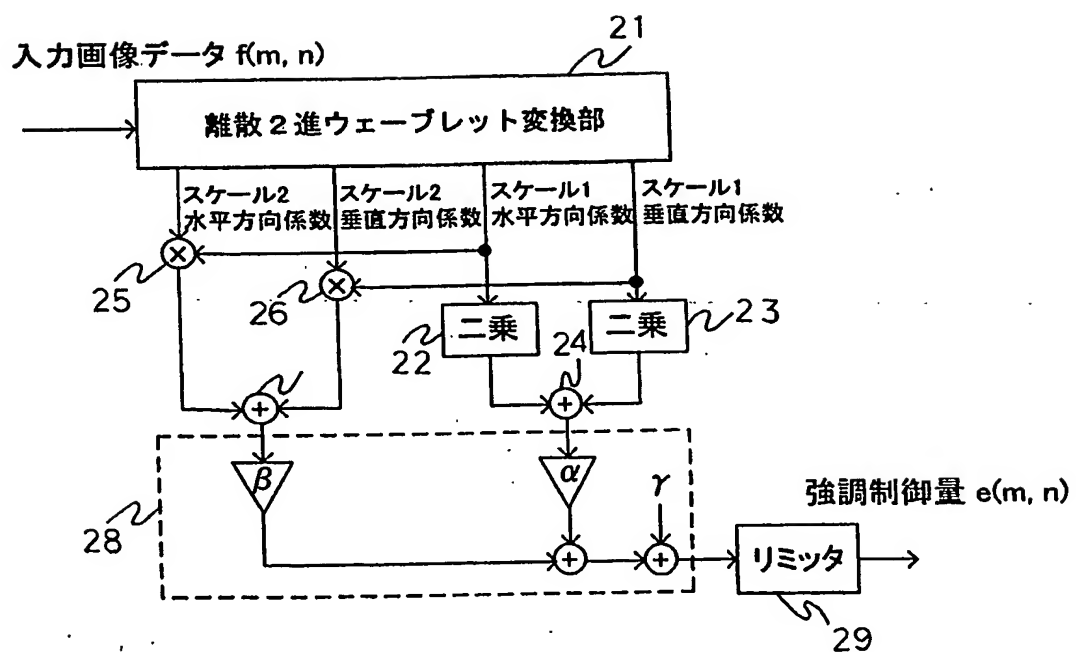


図3

4/14

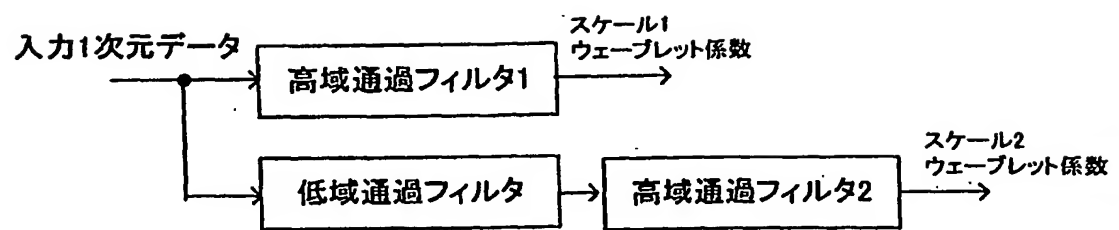


図4



5/14

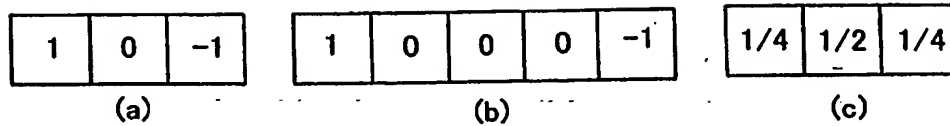


図5

6/14

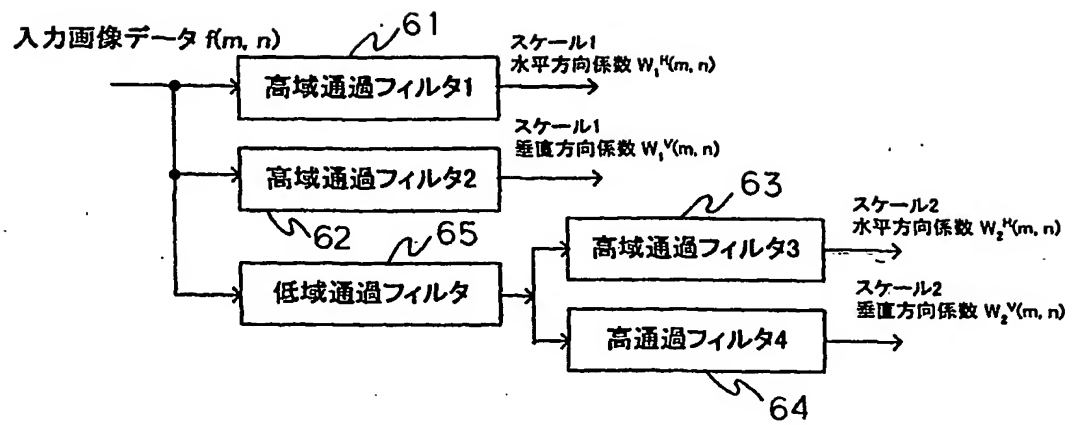


図6

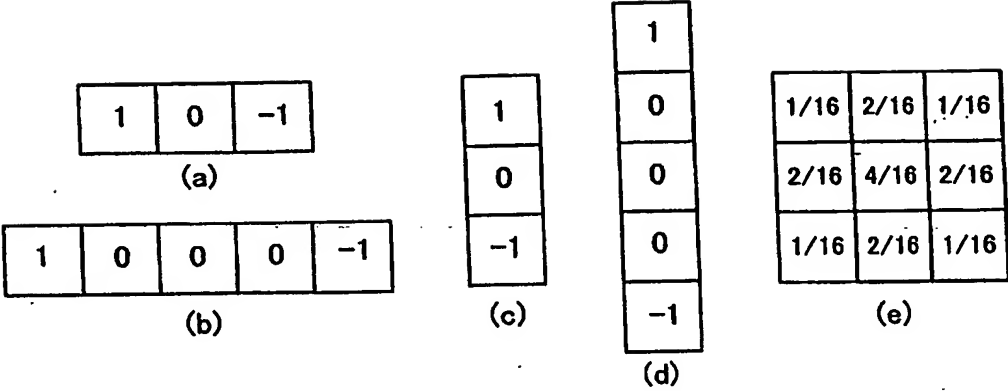
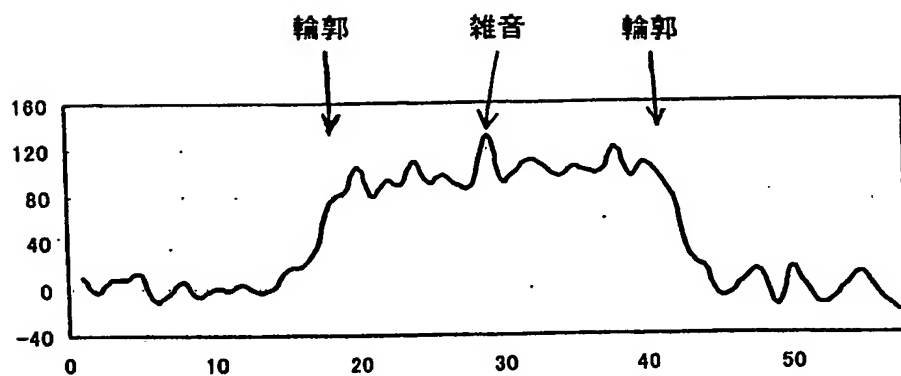
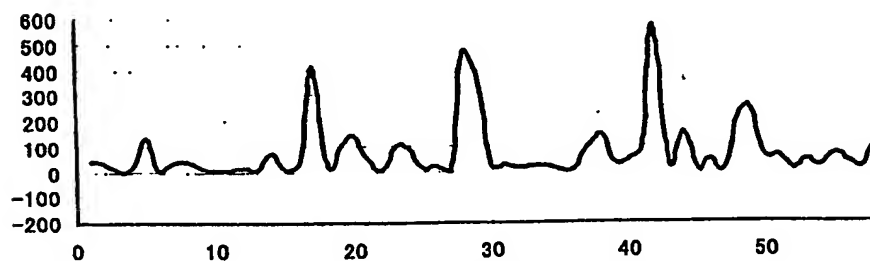


図7

8/14



入力信号の例



ウェーブレット変換スケール1の2乗

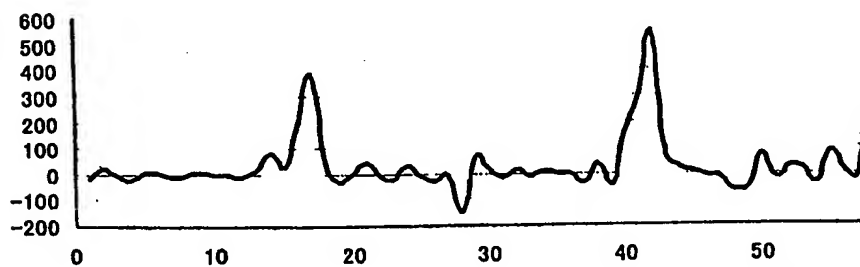
ウェーブレット変換スケール1とスケール2の積  
( $W_1(n) \times W_2(n)$ )

図8

9/14



入力画像データ例

Best Available Copy

図9

10/14



アンシャープマスキング

Best Available Copy

図10

11/14



非特許文献 1

Best Available Copy

図 11

12/14



本発明

Best Available Copy

図12



13/14

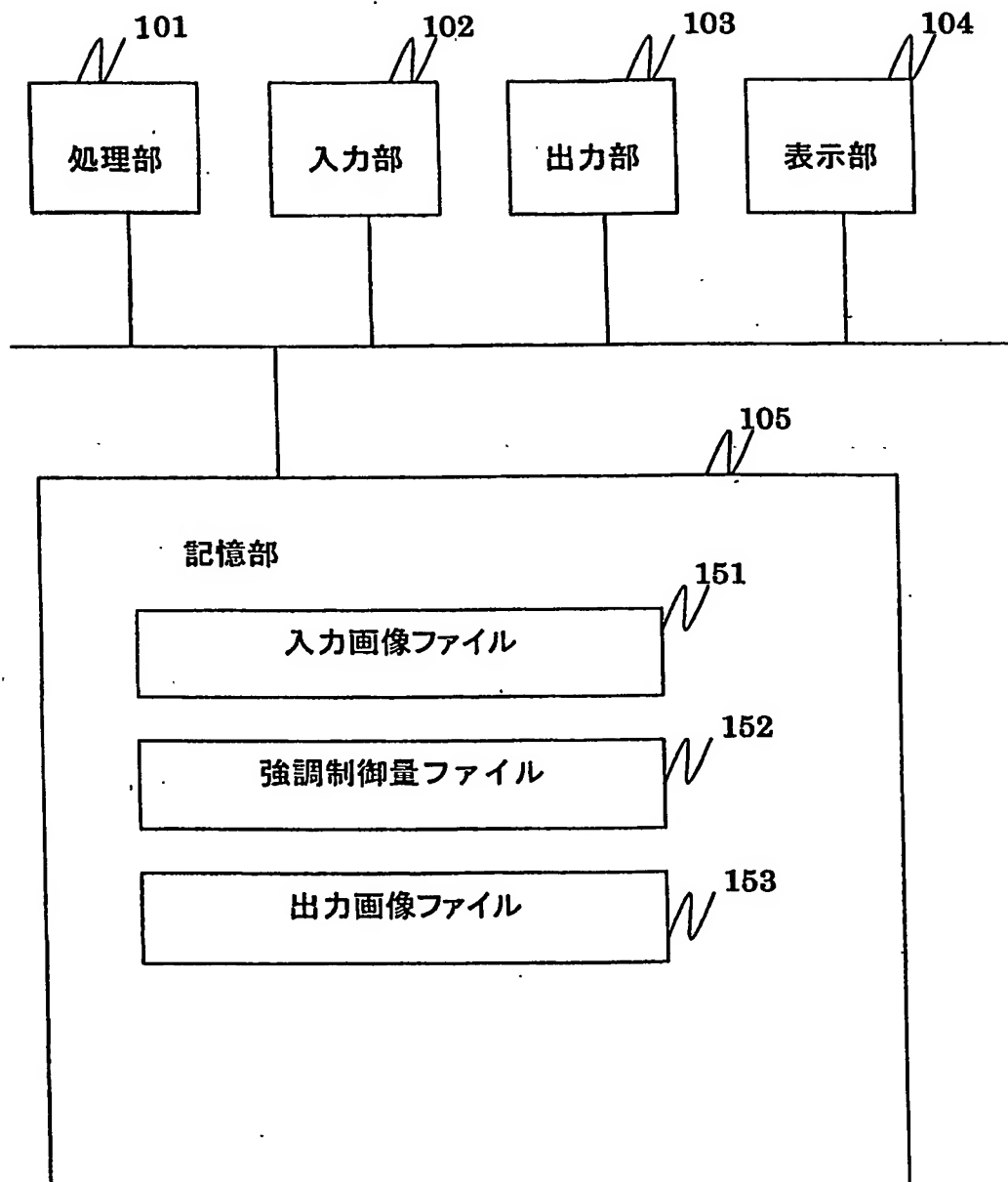


図13

14/14

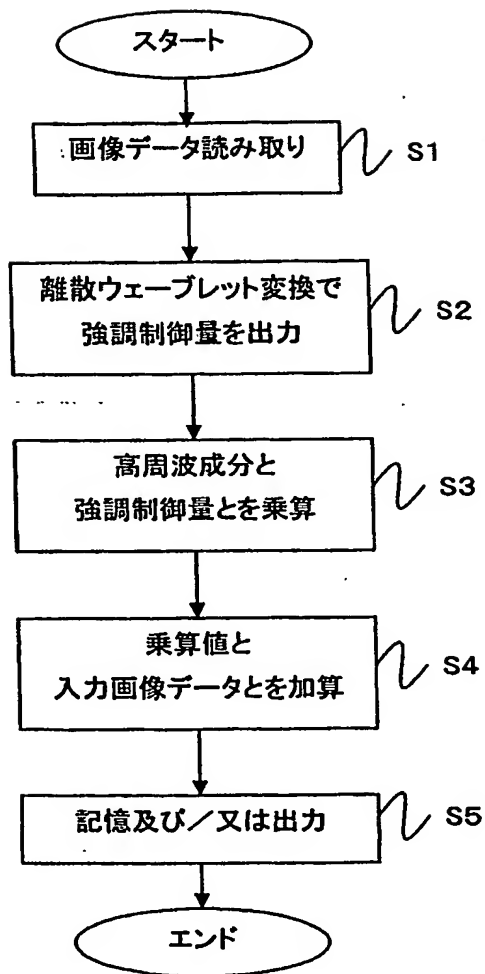


図14

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/004085

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> G06T5/20 H04N1/40, H04N1/387

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> G06T5/20 H04N1/40, H04N1/387

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-306089 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 02 November, 2000 (02.11.00), Full text; all drawings (Family: none)	1-15
A	JP 11-66280 A (Shimadzu Corp.), 09 March, 1999 (09.03.99), Full text; all drawings (Family: none)	1-15
A	JP 11-252368 A (Ricoh Co., Ltd.), 17 September, 1999 (17.09.99), Full text; all drawings (Family: none)	1-15

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 May, 2004 (21.05.04)

Date of mailing of the international search report

08 June, 2004 (08.06.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G06T5/20, H04N1/40, H04N1/387

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G06T5/20, H04N1/40, H04N1/387

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2004年
日本国登録実用新案公報	1994-2004年
日本国実用新案登録公報	1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P 2000-306089 A (富士写真フィルム株式会社) 2000. 11. 02 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-15
A	J P 11-66280 A (株式会社島津製作所) 1999. 03. 09 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-15

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

21. 05. 2004

国際調査報告の発送日

08. 6. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

廣島 明芳

5H

9853

電話番号 03-3581-1101 内線 3531

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 11-252368 A (株式会社リコー) 1999.09.17 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-15

Best Available Copy